

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/085420 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C12N 5/00**,
5/08, A61P 37/00

TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/002325

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. März 2005 (04.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
04005177.3 4. März 2004 (04.03.2004) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **LEUKOCARE GMBH** [DE/DE]; Baierbrunner
Strasse 25, 81379 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHOLZ, Martin**
[DE/DE]; LeukoCare GmbH, Baierbrunner Str. 25, 81379
München (DE).

(74) Anwalt: **STREHL, SCHÜBEL-HOPF & PARTNER**;
Maximilianstrasse 54, 80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die
folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD,
GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent
(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: LEUKOCYTE STIMULATION MATRIX

(54) Bezeichnung: LEUKOZYTENSTIMULATIONS-MATRIX

(57) Abstract: The invention relates to a leukocyte stimulation matrix for inducing a leukocyte stimulation and/or an immunological tolerance. Said matrix comprises the following constituents: a) one or more carriers, b) a soluble matrix for embedding one or more constituents for generating a leukocyte stimulation and/or induction of an immunological tolerance, c) one or more constituents that are embedded in the soluble matrix for generating a leukocyte stimulation and/or induction of an immunological tolerance. The invention also relates to a module that comprises said matrix and to the use thereof.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leukozytenstimulations-Matrix zur Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz, mit folgenden Bestandteilen: a) ein oder mehreren Trägern, b) einer löslichen Matrix zur Einbettung eines, oder mehrerer Bestandteile zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz, c) ein oder mehreren in die lösliche Matrix eingebetteten Bestandteilen zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz; sowie ein diese Matrix umfassendes Modul und dessen Verwendung.



WO 2005/085420 A2

LEUKOZYTENSTIMULATIONS-MATRIX

5

Gebiet der Erfindung

10 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leukozytenstimulations-Matrix, ein Leukozytenstimulations-Modul, welches die Leukozytenstimulations-Matrix umfasst, sowie ein Verfahren zur Leukozytenstimulation und/oder zur Induktion einer immunologischen Toleranz.

15

Hintergrund der Erfindung

Die antigenspezifische Stimulation von Leukozyten ist ein wichtiges und wachsendes Forschungsgebiet zur Modulation von Immunreaktionen (Impfung, adoptive Immuntherapie u.s.w.).
20 Derzeit sind in diesem Zusammenhang neben der Impfung im herkömmlichen Sinn vorwiegend therapeutische Ansätze zur ex vivo-Stimulation von Blutzellen bekannt.

25 Es existiert derzeit keine ausreichend funktionierende Therapie bei einer Vielzahl viraler chronischer Infektionserkrankungen. Die Chronizität basiert auf der Persistenz des viralen Antigens im Gewebe und der unzureichenden Immunantwort dagegen. Virale Erkrankungen werden zumeist mit Chemotherapeutika therapiert. Dies hat häufig eine Resistenzbildung der Viren und starke Nebenwirkungen zur Folge.
30 Bisherige Experimente mit der ex vivo Stimulation von dendritischen Zellen und Effektorzellen mittels dendritischer Zellen (DC) z.B. bei Tumorerkrankungen waren nur bedingt erfolgreich (Cerundolo et al., Nature Immunology, Bd. 5, Nr. 1, S. 7-10, 2004). Vermutlich ist die ex vivo-Stimulation der

Effektorzellen und die anschließende Rückfuhr in den Patienten zu störanfällig und zu schwach, um klinisch relevante Veränderungen zu induzieren. Darüber hinaus werden bei den derzeitig angewandten Methoden die dendritischen Zellen und Effektorzellen isoliert, die in sehr geringer Menge im Blut vorkommen. Die ex vivo Expansion dieser Zellen ist dabei ein weiterer störanfälliger Schritt.

Die antigenspezifische Stimulation der Leukozyten in Vollblut (in vivo) hat im Gegensatz zur ex vivo-Stimulation den Vorteil, dass alle physiologischen und essentiellen Faktoren des Bluts, die zur antigenspezifischen Leukozytenaktivierung notwendig sind, ausgenutzt werden können.

Die WO 00/27999 offenbart die Einbettung von hämatopoietischen Vorläuferzellen, Antigen-präsentierenden Zellen und lymphoretikulären Stromalzellen in eine poröse, feste Matrix, wobei die Matrix mit biologischen Mitteln beschichtet und mit einem gelartigen Mittel imprägniert sein kann. Diese Matrix kann zur Induzierung einer T-Zellreaktivität in vitro verwendet werden.

Die WO 93/20185 offenbart ein in vitro-Verfahren zur Proliferation von Vorläufern dendritischer Zellen.

WO 97/03186 (US 6,121,044) offenbart ein implantierbares Modul, welches eine Matrix mit eingebetteten dendritischen Zellen (DC) aufweist, mit dem eine primäre und sekundäre Immunantwort verursacht werden kann. Diese Veröffentlichung betrifft zwar auch ein in vivo verwendbares Modul, das Modul weist jedoch den Nachteil auf, dass eine Immunantwort mittels des dort offenbarten Moduls bzw. der Matrix nicht zeitlich gesteuert werden kann. Bei dieser Art der Stimulation ist es nicht gewährleistet, dass Leukozyten nach einer erfolgten Aktivierung kontrolliert von der stimulierenden Matrix

abgelöst werden können, um zurück in den Blutstrom zu gelangen.

5 Banchereau und Steinmann beschreiben in Nature, Bd. 392, S.245-252, 1998 in einem Übersichtsartikel dendritische Zellen und deren Beteiligung an der Steuerung der Immunantwort.

10 Die WO 03/030965 offenbart ein Modul zur Leukozytenstimulation, wobei in dem Modul auf einem Träger ein Komplex aus Antigen-präsentierender Zelle (MHC) und Antigen immobilisiert ist. Dieses Dokument offenbart auch, dass eine Ablösung stimulierter Leukozyten erfolgt, es ist jedoch nicht
15 offenbart, wie eine solche Ablösung kontrolliert gesteuert werden kann.

WO 03/031473 offenbart ein Modul zum Herabsetzen der Aktivität von Leukozyten, welches einen Träger und einen Liganden umfasst, der an den Träger gebunden ist und zur
20 Wechselwirkung mit einem Rezeptor von Leukozyten geeignet ist.

25 Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Matrix oder eine die Matrix umfassende Vorrichtung bereitzustellen, mit der es möglich ist, in vivo Leukozyten zu stimulieren und/oder eine immunologische Toleranz im Blutkreislauf zu induzieren, wobei die stimulierten Leukozyten zeitlich kontrolliert wieder von der Matrix ablösbar sind.

30

Gegenstand der Erfindung

Das oben erwähnte Problem der Erfindung wird durch eine Leukozytenstimulations-Matrix nach Anspruch 1 und ein
35 Leukozytenstimulations-Modul gemäß Anspruch 12 gelöst.

Die Leukozytenstimulations-Matrix der vorliegenden Erfindung weist folgende Bestandteile auf:

- a) ein oder mehrere Träger,
- b) eine lösliche Matrix zur Einbettung eines oder
5 mehrerer Bestandteile zur Generierung einer
Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer
immunologischen Toleranz,
- c) ein oder mehrere in die lösliche Matrix eingebettete
Bestandteile zur Generierung einer Leukozyten-
10 stimulation und/oder Induktion einer immunologischen
Toleranz.

Gemäß der vorliegenden Erfindung binden zirkulierende
Antigen-spezifische Leukozyten an die in die lösliche Matrix
15 eingebetteten Bestandteile, werden dort zeitweise gebunden,
stimuliert und verlassen als aktive Zellen die Matrix bzw.
ein Modul, welches die Leukozytenstimulations-Matrix enthält.

Durch eine derartige erfindungsgemäße Leukozytenstimulations-
20 Matrix kann eine sukzessive kontrollierte Auflösung der
äußeren Matrixoberfläche innerhalb eines vorbestimmten
Zeitraumens, bevorzugt innerhalb von Stunden bis zu etwa
einem Tag, gewährleistet werden. Die lösliche Matrix löst
sich kontrolliert schichtweise in einer Leukozyten enthal-
25 tenden Flüssigkeit, bevorzugt Vollblut, ab, wobei auch in der
löslichen Matrix enthaltene Bestandteile zur Generierung
einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer
immunologischen Toleranz (z.B. Antigene) abgelöst werden
können, und hieran gebundene Leukozyten von der Matrix
30 entfernt werden. Bei Einbringen der Leukozytenstimulations-
Matrix bzw. eines Moduls, welches diese enthält, in den
Körper werden diese Leukozyten durch die Blutzirkulation
zurück in den Körper überführt. Die Auflösungszeit der
jeweils äußeren Schichten der löslichen Matrix wird so
35 gewählt, dass eine für die jeweilige antigenspezifische

Leukozytenaktivierung geeignete Bindungsintensität und Bindungsdauer gewährleistet wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind zusätzlich zu den Bestandteilen a) bis c) ein oder mehrere Bindungskoppler vorgesehen, um eine Bindung zwischen Träger und den ein oder mehreren Bestandteilen zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz zu vermitteln. Bevorzugt handelt es sich bei der vermittelten Bindung um eine kovalente Bindung, so dass zumindest ein Teil der eingebetteten Bestandteile zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz über die Bindungskoppler kovalent mit dem Träger verbunden ist. Erfindungsgemäß sind aber auch nicht-kovalente Bindungen, also z.B. ionische Bindungen, Bindungen aufgrund hydrophober Wechselwirkungen, van der Waals-Wechselwirkungen usw. dieses Bestandteils mit dem Bindungskoppler umfasst. Die vorliegende Erfindung umfasst auch solche Ausführungsformen, bei denen der Bestandteil zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz sowohl an den Bindungskoppler gebunden ist, also auch teilweise ohne eine Bindung an den Bindungskoppler in die lösliche Matrix eingebettet ist.

Träger

Der Träger der erfindungsgemäßen Leukozytenstimulations-Matrix ist nicht besonders eingeschränkt, solange auf diesem eine lösliche Matrix gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebracht werden kann. Bevorzugt ist der Träger aus einem biokompatiblen Material. Bevorzugt sind Träger, die Poren aufweisen.

Als duroplastische Trägermaterialien sind bspw. Polyurethane, Polyamid oder Polyester verwendbar, wobei Polyurethane bevorzugt sind. Unter den Polyurethanen sind offenporige

hydrophile, aber auch hydrophobe Polyurethan-Schäume verwendbar, die wahlweise Pigmente, z.B. Kohlenstoffpigmente und/oder Siliciumdioxidpigmente, enthalten können.

- 5 Weiterhin können als Polyurethane (PU) PU-Lacke verwendet werden oder andere Halbzeuge, die ebenfalls wahlweise Pigmente wie oben erwähnt enthalten können. Besonders bevorzugt ist PU Medical Grade (bezogen von der Firma KCI). Als thermoplastische Trägermaterialien sind z.B. Polycarbonate oder Polystyrol geeignet. Ebenfalls verwendbar sind
10 Polyethylene oder Polypropylene, wobei diese bevorzugt in Kombination mit haftvermittelnden Pigmenten kombiniert werden. Auch Elastomere sind verwendbar.
- 15 Weitere geeignete Polymere sind z.B. PTFE (Polytetrafluorethylen), Dacron oder Polymethylpentan.

Weiterhin bevorzugt sind Materialien, die in der Chirurgie als sich auflösendes Nahtmaterial verwendet werden (Englisch:
20 sutures), wie beispielsweise Monocryl (Poliglecaprone 25, PDS-2 (Polydioxanon), Maxon (Polyglyconat), Vicryl (Polyglactin-910) und Dexon-Plus (Polyglycolsäure). Die Verwendung derartiger, sich in Körperflüssigkeiten, beispielsweise Vollblut, auflösenden Materialien, bietet den
25 Vorteil, dass sich nach vollständiger Auflösung der äußeren Matrix bzw. Hülle auch der Träger nach und nach auflöst, so dass bei Verwendung des Leukozytenstimulations-Moduls bzw. der Leukozytenstimulations-Matrix als Transplantat dieses nicht notwendigerweise aus dem Körper entfernt werden muss.

30 Weiterhin ist als Trägermaterial Glas in sämtlichen möglichen Formen, z.B. Fasern, offenporig oder geschäumt, geeignet.

Ebenfalls sind Metalle als Träger geeignet, bevorzugt
35 biokompatible Metalle oder mit biokompatiblen Metallen beschichtete Träger. Auch Naturstoffe, wie Därme, oder

biologische Materialien, wie Schwämme, sind erfindungsgemäß bevorzugt verwendbar.

Polymermaterialien, die Poren aufweisen, sind besonders bevorzugt, insbesondere Polyurethan. Die Poren könne eine beliebige Größe aufweisen. Durchschnittliche Porengrößen im Bereich von 0,5 - 2 mm, insbesondere etwa 1 mm, sind bevorzugt.

10 Lösliche Matrix

Weiterhin umfasst die Leukozytenstimulations-Matrix der vorliegenden Erfindung eine auf dem Träger befindliche lösliche Matrix, in die ein oder mehrere in die Matrix eingebettete Bestandteile zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz eingebettet sind. Der Begriff "löslich" bedeutet, so wie er in der vorliegenden Erfindung zur Beschreibung der löslichen Matrix verwendet wird, dass sich die lösliche Matrix in Vollblut innerhalb von Stunden bis zu wenigen Tagen auflöst.

20

Die lösliche Matrix (b) ist in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aus langkettigen Zuckerverbindungen wie z.B. Stärke, Cellulose und/oder Glykogen einerseits, und Polyethylenglykol andererseits aufgebaut.

25

Erfindungsgemäß braucht aber keine langkettige Zuckerverbindung enthalten zu sein. PEG ist somit in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung notwendiger Bestandteil der löslichen Matrix, und die langkettigen Zucker sind wahlweiser Bestandteil. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind neben PEG keine langkettigen Zucker als Bestandteile der löslichen Matrix enthalten.

30

Die lösliche Matrix umfasst in der genannten Ausführungsform mit langkettigen Zuckerverbindungen bevorzugt 50-90 Gew.-%, bevorzugt 60-80 Gew.-%, langkettige Zuckerverbindung(en) und 10-50 Gew.-%, bevorzugt 20-40 Gew.-%, eines Polyethylen-

35

glykols, bezogen auf die Summe aus langkettiger Zucker-
verbindung und Polyethylenglykol. Bei beiden genannten
erfindungsgemäßen Ausführungsformen der löslichen Matrix kann
gewährleistet werden, dass sich die lösliche Matrix innerhalb
5 von wenigen Stunden, bevorzugt etwa 4-12 Stunden, im Blut
langsam auflöst. Grundsätzlich kann durch Steigerung des PEG-
Anteils die Auflösung verlangsamt werden. Somit ist eine
Steuerung der Auflösungszeit der löslichen Matrix durch
Variation der Anteile an PEG und langkettiger Zucker-
10 verbindung möglich.

Eine Steuerung der Auflösungszeit der löslichen Matrix kann
weiterhin auch über das Molekulargewicht des PEG gesteuert
werden. Als Polyethylenglykol (PEG) wird bevorzugt PEG mit
15 einem Molekulargewicht im Bereich von 1-200 kD verwendet.
Bevorzugt ist ein Molekulargewichtsbereich von etwa 10 bis
etwa 60 kD, weiterhin bevorzugt etwa 10-30kD, besonders
bevorzugt etwa 30 kD. Es können auch modifizierte PEG
verwendet werden, bspw. solche, bei denen PEG-Moleküle durch
20 Spacer verbunden sind. PEG wird bevorzugt als wässrige
Lösung verwendet, wobei z.B. bei einem PEG von 15-20 kD
Molekulargewicht etwa eine 1-10 Gew.-% Lösung verwendet wird,
bevorzugt etwa 5 Gew.-%. Bei PEG mit kurzem Molekulargewicht
(z.B. etwa 6 kD) kann die Konzentration bis zu 20 Gew.-%
25 betragen, bei PEG mit größerem Molekulargewicht kann die
Konzentration auch darunter liegen. Die geeignete
Konzentration kann vom Fachmann durch Versuche ermittelt
werden. PEG kann auch an verschiedene Zytokine, wie bspw.
Interferone (IFN), gekoppelt werden, wobei derartige PEG-
30 Interferonprodukte ebenfalls im Rahmen der vorliegenden
Erfindung als Bestandteil der löslichen Matrix verwendet
werden können. Damit hat man die Möglichkeit, Zytokine als
Leukozyten-stimulierende Mittel mit in die lösliche Matrix
einzubeziehen.

Bestandteil zur Generierung einer Leukozytenstimulation
und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz

Leukozytenstimulation bedeutet erfindungsgemäß, dass
bereits geprägte Immunzellen spezifisch in ihrer Immunantwort
verstärkt werden. Der Begriff umfasst aber auch die Prägung
ungeprägter (naiver) Immunzellen. Der Begriff Leukozyten
umfasst B-Lymphozyten, T-Lymphozyten, Granulozyten und
Neutrophile.

Unter Induktion einer Toleranz ist erfindungsgemäß zu
verstehen, dass eine Anergie der Leukozyten gegenüber einem
bestimmten Antigen induziert wird, d.h. eine Inaktivierung.
Dabei werden Leukozyten mit einem Antigen stimuliert und
gleichzeitig kostimulatorische Moleküle inhibiert.

Als Bestandteil zur Generierung bzw. Auslösung bzw. Erzeugung
einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer
immunologischen Toleranz können erfindungsgemäß z.B.

Antigene, Haptene, MHC-Moleküle, kostimulatorische Faktoren,
Zellbestandteile und/oder Membranfragmente Antigen-
präsentierender Zellen verwendet werden. Die Antigene
brauchen dabei nicht vorher isoliert werden. Auch unversehrte
oder weitgehend unversehrte Viren, Bakterien, Zellen oder
Hüllen hiervon, welche Antigene aufweisen, können als
Bestandteil zur Generierung einer Leukozytenstimulation
und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz

erfindungsgemäß verwendet werden. Es können auch inaktivierte
Viren, Bakterien usw. verwendet werden. Die Inaktivierung

kann gemäß dem Fachmann bekannten Verfahren erfolgen, bspw.
UV-Bestrahlung. Die Antigene, z.B. Peptide, die aus beispiels-
weise Viren-, Bakterien- oder Tumorzellpräparationen isoliert
werden, können an MHC-Moleküle gekoppelt sein oder an die

Membranbestandteile Antigen-präsentierender Zellen, wie
beispielsweise dendritischer Zellen (DC), der zu behandelnden
Patienten (autologe Zellen) oder können von allogenen
Spendern stammen. Der immunrelevante Anteil der löslichen

Matrix, d.h. der Teil, der eine Immunantwort hervorruft, kann erfindungsgemäß auch als immunstimulatorischer Komplex (IK) bezeichnet werden.

- 5 Bei dem Antigen kann es sich um ein synthetisches Antigen handeln, oder das Antigen wird aus Viren, Bakterien, Pilzen, Protozoen, Parasiten (z.B. Würmern), Tumoren, Allergenen, Zellkulturen oder aus körpereigenem Gewebe gewonnen. Das MHC-Molekül und/oder der kostimulatorische Faktor können aus
10 körpereigenem Gewebe gewonnen werden, aus Zellkulturen, oder diese können synthetisch hergestellt werden.

Eine Übersicht der kostimulatorischen Moleküle findet sich z.B. in Rothstein und Sayegh, Immunological Reviews 2003,
15 "T-cell costimulatory pathways in allo-graft reaction and tolerance". Diese sind erfindungsgemäß umfasst.

Erfindungsgemäß können in Anwesenheit von Antigen bevorzugt die folgenden kostimulatorischen Moleküle verwendet werden:

- 20 - Alle kostimulatorische Moleküle der CD28/CTLA-4:B7-Familie: CD28, CTLA-4, ICOS, PD-1, B7-1, B7-2, B7RP-1, PD-L1, PD-L2.
- Tumornekrosefaktoren:Tumornekrosefaktorrezeptorfamilie:
25 CD154/CD40L, 4-1BB (CD137), Ox-40 (CD134), CD27; Liganden: CD40, 41BBL (CD137L), Ox40L (CD134L), CD70.

Weitere kostimulatorische Moleküle, die noch gefunden werden, sind ebenfalls umfasst.

- 30 Bevorzugt ist der Bestandteil zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz, z.B. gegenüber einem Virus, ein Virus der Familie der Herpesviren, insbesondere das Cytomegalievirus (CMV),
35 Epstein Barr Virus (EBV) oder Herpes Simplex Virus (HSV 1+2), oder ein Fragment oder Teil, eine Virushülle oder ein Virus-

hüllenfragment hiervon, die Antigene enthalten, welche eine Immunantwort hervorrufen können.

Weiterhin sind verwendbar: SARS (Coronavirus); Rhinovirus;
5 Picornaviren, insbesondere Poliovirus, Coxsackievirus, Retroviren, insbesondere das humane Immundefizienz Virus (HIV),

ein Hepatitis auslösendes Virus, insbesondere Hepatitis B Virus (HBV) oder Hepatitis C Virus (HCV),

10 Coronaviren, insbesondere SARS-assoziierte Coronaviren; und/oder jeweils Antigene hiervon oder ein Fragment oder Teil, eine Virushülle oder ein Virushüllenfragment hiervon, die Antigene enthalten, welche eine Immunantwort hervorrufen können.

15

Weiterhin sind erfindungsgemäß alle anderen Viren, die mit chronischen Entzündungskrankheiten oder Tumorerkrankungen verbunden sind, Orthomyxoviren (Influenza), Paramyxoviren (Mumps, Masern bei fehlender oder nicht ausreichender

20 Impfung), Papovaviren (Papillomaviren) verwendbar. Auch Viren, gegen die keine Impfung existiert und/oder mit akuter Pathogenität/Lethalität sind einsetzbar.

Besonders geeignet ist die erfindungsgemäße Leukozyten-stimulations-Matrix für bei Patienten verwendbar, bei denen
25 eine antivirale Chemotherapie nicht greift (z.B. Resistenzen entwickelt wurden) oder lokale Virus-vermittelte Entzündungen durch systemische Behandlung nicht erreicht werden (z.B. CMV-Retinitis).

30

Besonders bevorzugt ist das Antigen ein Cytomegalievirus des Stamms CMV Hi91, AD169, Towne, Davis oder die Hülle, ein Teil oder Fragment hiervon. Andere Labor- oder Wildstämme sind aber ebenfalls umfasst.

35

Als Virentypen können RNA-Viren, DNA-Viren, Viren mit Hüllen, Viren ohne Hüllen, onkogene Viren (Papilloma-Virus), HHV-8 u.s.w. verwendet werden.

- 5 Im Fall einer Antibiotika-Unverträglichkeit, Resistenzen oder lokalen Bakterien-induzierten lokalen Entzündungen können erfindungsgemäß Bakterien oder Teile bzw. Fragmente hiervon, die Antigene enthalten, verwendet werden.
- 10 Grundsätzlich sind alle Spezies aus den Familien bzw. Gattungen der Staphylokokken; Streptokokken; Enterokokken; Neisserien; Enterobakterien; Vibrionen (Cholera); alle nichtfermentierenden Bakterien; Campylobacter; Helicobacter; Haemophilus; Bordetellen; Legionellen; alle Anthropozoonose-
15 erreger; Korynebakterien; Bacillus; Clostridien; Mykobakterien; Nocardien; Treponemen; Borrelien (bevorzugte zeitlich nahe Testung bei Patienten mit Borreliose); Leptospiren; Bartonella; Mykoplasmen; Chlamydien verwendbar.
- 20 Unter den Pilzen sind insbesondere Sproßpilze (Candida); Fadenpilzer (Schimmelpilze, Aspergillus); Dimorphe Pilze; und andere wie Pneumocystis carinii verwendbar, bevorzugt humanpathogene Pilze und sogenannte "Krankenhauskeime" wie Aspergillus oder Candida albicans.
- 25 Unter den Parasiten sind insbesondere Protozoen; Trematoden; Cestoden; Nematoden erfindungsgemäß einsetzbar.
- Auch Prionen oder noch nicht bekannte oder definierte
30 Pathogene sind grundsätzlich einsetzbar.

Im Fall von Tumoren können insbesondere Membranbestandteile inaktivierter Tumorzellen, besonders des malignen Melanoms, verwendet werden.

Bei Autoimmunerkrankungen/Allergien können grundsätzlich erfindungsgemäß alle derzeit und zukünftig bekannten relevanten Antigene, besonders Kollagen, Zellmembranen von biliären Epithelzellen etc. verwendet werden.

5

Ein bevorzugter inhibitorischer Faktor, der bei der Erzeugung einer Immuntoleranz verwendet werden kann, ist LIR-1.

10

Die Konzentration des Bestandteils zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz in der Hülle kann vom Fachmann durch geeignete Versuche ermittelt werden. Bevorzugt richtet sich die Menge bzw. Konzentration dieses Bestandteils bei Einbringen in den Körper nach den in herkömmlichen Impfungen verwendeten Mengen. Bei herkömmlichen Impfungen werden beispielsweise etwa 20 µg Virusantigen verwendet.

15

20

Insgesamt ist die lösliche Matrix zusammen mit dem eingebetteten Antigen erfindungsgemäß bevorzugt in etwa wie folgt aufgebaut:

Definition der Matrix (Gew.-%):

	Möglicher Bereich	Bevorzugter Bereich
Summe aus PEG und		
langkettigem Zucker	99,5-99,999 Gew.-%	99,9-99,99 Gew.-%
Antigen	0,001-0,5 Gew.-%	0,01-0,1 Gew.-%

25

Wird statt eines im wesentlichen isolierten Antigens ein ganzes Virus, Bakterium, eine Hülle hiervon oder dergleichen verwendet, kann der oben angegebene Antigenanteil auch mehr als 0,5 Gew.-% oder 0,1 Gew.-% betragen

30

Wie oben bereits erwähnt, liegt ein langkettiger Zucker dabei nicht notwendigerweise vor. Die Verteilung aus PEG und langkettiger Zuckerverbindung beträgt in einer bevorzugten Aus-

führungsform jedoch 50-90 Gew.-%, bevorzugt 60-80 Gew.-%, langkettige Zuckerverbindung(en) und 10-50 Gew.-%, bevorzugt 20-40 Gew.-%, eines Polyethylenglykols, bezogen auf die Summe aus langkettiger Zuckerverbindung und Polyethylenglykol.

5

Bindungskoppler

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Bindungskoppler vorgesehen, um eine Bindung zwischen Träger und dem einen oder mehreren Bestandteilen zur
10 Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz zu vermitteln. Bei diesem Bindungskoppler, der bevorzugt eine kovalente Bindung vermittelt, handelt es sich vorzugsweise um ein Element, das aus Cyanogenbromid, Cyanoborhydrid, Agarose, Agarosederiva-
15 ten, Silan, Silanderivaten oder Kombinationen hiervon ausgewählt ist. In einer weniger bevorzugten Ausführungsform kann auch p-Toluolsulfonylchlorid verwendet werden. Besonders bevorzugt ist das Silanderivat ein Alkoxysilan, noch bevorzugter ein Anhydridoalkoxysilan oder ein anderes
20 Alkoxysilan, welches mindestens eine Carboxylgruppe aufweist. Die Alkoxygruppe ist jeweils bevorzugt eine Methoxy- oder Ethoxygruppe. Ein besonders bevorzugtes Anhydridoalkoxysilan ist 3-(Triethoxysilyl)propylbernsteinsäureanhydrid (GENIOSIL® GF 20, Wacker). Auch Aminogruppen enthaltende Alkoxysilane
25 sind verwendbar, z.B. (3-Aminopropyl)trimethoxysilan oder [3-(2-Aminoethylamino)propyl]trimethoxysilan. Weiterhin bevorzugt ist (3-(2,3-Epoxypropoxy)propyl)trimethoxysilan (GENIOSIL® GF 80). Weiter Alkoxysilane können entsprechend der jeweiligen Träger und Bedingungen vom Fachmann ausgewählt
30 werden.

Es hat sich herausgestellt, dass Alkoxysilane, insbesondere Anhydridoalkoxysilane wie GENIOSIL® GF 20, aber auch GENIOSIL® GF 80, besonders gut zur Vermittlung einer Bindung
35 an einen Polyurethan- oder Glasträger geeignet sind.

Die Erfindung erlaubt die zeitlich limitierte Bindung von Leukozyten aus Vollblut oder aus Vollblut isolierten Leukozyten, deren spezifische Antigenstimulation und die Rückführung der stimulierten Leukozyten in den Blutkreislauf durch Auflösung der Matrix im Vollblut bzw. einer Leukozyten
5 enthaltenden physiologischen Flüssigkeit.

Weiterhin ist erfindungsgemäß die Induktion einer immunologischen Toleranz durch die Zugabe inhibitorischer Faktoren bei gleichzeitiger spezifischer Aktivierung möglich. Die
10 Zugabe inhibitorischer Faktoren kann beispielsweise während der Bildung der löslichen Matrix erfolgen, d.h. die inhibitorischen Faktoren werden mit in die lösliche Matrix eingebettet, oder es kann eine Zugabe während der Leukozyten-
15 stimulation erfolgen. Die inhibitorischen Faktoren können auch über einen der oben genannten Bindungskoppler in die lösliche Matrix eingebettet werden. Im Fall einer Induktion einer immunologischen Toleranz wird ein Leukozyt zwar mit dem Antigen in Kontakt gebracht, kann aber durch die Einwirkung
20 der inhibitorischen Faktoren gegen die Antigene nicht aktiv werden. Ein geeigneter inhibitorischer Faktor ist beispielsweise LIR-1. Weitere inhibitorische Faktoren sind dem Fachmann bekannt und durch die Erfindung umfasst. Auch inhibitorische Faktoren, die noch gefunden werden, sind erfindungs-
25 gemäß umfasst.

Die erfindungsgemäße Leukozytenstimulations-Matrix kann auch als Implantat verwendet werden.

30 Leukozytenstimulationsmodul

Die Leukozytenstimulations-Matrix gemäß der vorliegenden Erfindung kann in einem Leukozytenstimulations-Modul eingesetzt werden. Das Leukozytenstimulations-Modul umfasst
35 ein Gehäuse, welches bevorzugt aus Glas oder einem Kunststoff hergestellt ist, wobei der Kunststoff bevorzugt untoxisch und

gegenüber einer biologischen Flüssigkeit wie Vollblut inert, d.h. im wesentlichen unlöslich, ist. Das Leukozytenstimulations-Modul umfasst mindestens eine Öffnung. Bevorzugt ist mindestens eine Einlassöffnung und mindestens eine
5 Auslassöffnung vorgesehen, weiterhin bevorzugt genau eine Einlassöffnung und genau eine Auslassöffnung. Das Gehäuse bzw. Modul kann aber auch auf andere Weise ausgestaltet sein, beispielsweise nur mit einer Öffnung, durch welche eine Leukozyten enthaltende Flüssigkeit einströmt und auch wieder
10 ausströmt. Weitere Ausgestaltungen des Moduls können vom Fachmann konstruiert werden, bspw. solche mit mehr als einer, z.B. zwei Eingangsöffnungen und/oder Ausgangsöffnungen.

Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren
15 zur Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz, wobei eine Leukozyten enthaltende Flüssigkeit, wie beispielsweise Vollblut, mit einer Leukozytenstimulations-Matrix der vorliegenden Erfindung in Kontakt gebracht wird. Bevorzugt erfolgt dieses Kontaktieren in einem
20 Leukozytenstimulations-Modul gemäß der vorliegenden Erfindung. Weiterhin bevorzugt erfolgt dieses Kontaktieren im Blutstrom eines Patienten, d.h. in vivo.

Das erfindungsgemäße Modul kann bei Patienten bzw. in
25 klinischen Situationen mit mangelnder zellulärer Immunantwort z. B. gegen virale oder bakterielle Infektionserreger oder Tumorantigene eingesetzt werden.

Das erfindungsgemäße Modul kann beispielsweise in den
30 Blutstrom des Patienten eingesetzt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform besteht darin, dass das Modul zum transienten Einbringen in den Patienten-Blutstrom über einen Sheldon-Katheter eingesetzt wird. Dabei binden zirkulierende Antigen-spezifische T-Zellen an die in die Matrix eingebetteten
35 Bestandteile, werden dort zeitweise gebunden, stimuliert und verlassen als hochaktive Zellen das Modul. Effektorzellen mit

nur unzureichender spezifischer Funktion werden stimuliert und verlassen als hoch aktive Zellen das Modul. Gedächtniszellen, die zuvor Kontakt mit dem in die lösliche Matrix eingebetteten Bestandteil hatten, binden ebenfalls an die Matrix. Auch diese bereits geprägten Zellen werden stark aktiviert. Weiterhin können ungeprägte (naïve) T-Zellen an die Matrix binden und werden gegen das präsentierte Antigen MHC-Molekül, kostimulatorischen Faktor oder anderen Zellbestandteil geprägt. Durch kostimulatorische Faktoren, die dem Modul wahlweise beigegeben werden können, oder die ebenfalls in die lösliche Matrix eingebettet werden (z.B. DC-Adhäsionsmoleküle, Zytokine etc.), kommt es zur Aktivierung dieser Zellen, die zurück in den Blutkreislauf gelangen, um dort mittels spezifischer Effektormechanismen das Pathogen zu eliminieren. Die Induktion einer humoralen Immunantwort kann sich anschließen (T-Zell-vermittelte B-Zellaktivierung).

Eine Immuntoleranz kann wie oben beschrieben durch Anwendung einer entsprechenden Matrix, in die inhibierende Faktoren eingebettet sind, in dem Modul erreicht werden, oder indem inhibierende Faktoren während der Leukozytenstimulation in das Modul gegeben werden.

Durch Auflösung der löslichen Matrix werden gebundene stimulierte Leukozyten wieder freigesetzt und gelangen in den Körper. Gleichzeitig gelangen durch das Auflösen der Matrix tiefer liegende Schichten der Matrix mit antigenen Determinanten an die Oberfläche, und neue unbesetzte Bindungsstellen werden frei. Der Vorgang der Antigenvermittelten Leukozytenbindung und -stimulation läuft ununterbrochen weiter, bis keine lösliche Matrix mehr vorhanden ist.

Vorteilhafterweise kann durch Einsatz des erfindungsgemäßen Moduls die Akkumulation von Leukozyten und ein immunstimulierender Mechanismus in einem definierten Volumen erreicht

werden. Bei einer ex vivo-Anwendung gemäß Stand der Technik werden stimulierte Leukozyten in den Körper des Patienten zurückgegeben, wobei die Verteilung der stimulierten Leukozyten nach der Rückgabe vollkommen unklar ist.

5

Durch den Einsatz des Leukozytenstimulations-Moduls (d.h. insbesondere durch Einbringen in den Blutstrom des Patienten), oder auch durch ex vivo-Inkubation der Matrix mit Vollblut des Patienten, binden zirkulierende Leukozyten, z.B. T-Zellen, spezifisch an die äußere Schicht der löslichen Matrix. Die erfindungsgemäße Zusammensetzung der löslichen Matrix bedingt den sukzessiven Abbau der äußeren Schichten. Dadurch werden auch gebundene und stimulierte Leukozyten vom Festkörper abgelöst und werden durch den Blutfluss oder durch mechanische Behandlung (z.B. Schütteln) dem Blut zurückgeführt. Das Ablösen der äußeren Schicht der Hülle bewirkt die Erneuerung der immunogenen Oberfläche. Leukozyten können an die neu an der Oberfläche erschienenen immunstimulatorischen Komplexe, Antigene, Zellbestandteile, MHC-Moleküle etc. binden. Der Vorgang wiederholt sich solange, bis die Hülle vollständig aufgelöst ist. Die abgelösten Bestandteile sind in Blut untoxisch und ungefährlich, da es sich ausschließlich um biokompatibles Material und/oder autologe Bestandteile des Patienten handelt. Die möglicherweise weiterbestehende Immunogenität der zirkulierenden immunstimulatorischen Komplexe im Blut ist zusätzlich von Vorteil, da es bis zu deren biologischem Abbau zur weiteren antigenspezifischen Immunstimulation im Patienten kommt.

30

Das Modul weist bevorzugt ein Kunststoffgehäuse mit bevorzugt etwa 5 bis 500 ml Volumen auf. Ein- und Ausströmungsstutzen werden im Durchmesser an die Schlauchverbindungen der Katheter-Anschlüsse angepasst. Der Katheter kann doppelumig (z.B. ein Sheldon-Katheter) sein, so dass es ermöglicht wird, die Fließgeschwindigkeit des Blutes pro Lumen um bis zu 50%

35

zu vermindern. Das Gehäuse beinhaltet die erfindungsgemäße Leukozytenstimulations-Matrix.

Bei Bedarf kann das Leukozytenstimulations-Modul als
5 funktionelle Einheit nach Befüllung mit Blut des Patienten von den Katheterverbindungen abgekoppelt werden, um z.B. weitere Modifikation ex vivo vorzunehmen (z.B. Zugabe von kostimulatorischen Faktoren, Zytokinen, Hormonen, inhibierenden Faktoren usw.), ohne dabei das Blut aus dem
10 Modul zu entnehmen. Das mit Blut gefüllte Gehäuse kann für einige Stunden bei stetiger Bewegung und Temperaturen über 30°C inkubiert werden, um es dann nach dem Patienten über den bereits liegenden Katheter direkt aus dem Leukozytenstimulations-Modul zurück zuzuführen. Dies kann auch mehrfach
15 wiederholt werden.

Vorteile der Erfindung

Es existieren derzeit keine Verfahren zur zeitlich kontrol-
20 lierten antigenspezifischen Leukozytenstimulation im Blutfluss bzw. im Vollblut oder allgemein in Leukozyten enthaltenden Flüssigkeiten. Durch die vorliegende Erfindung konnte das Problem gelöst werden, dass bei der Stimulation von Leukozyten über immobilisierte Antigene gemäß Stand der
25 Technik eine derartig stabile Bindung an den Festkörper stattfindet, dass eine Ablösung der Leukozyten nicht mehr gewährleistet ist. Im Blutkreislauf kann dies zur Anhäufung der Leukozyten innerhalb des eingesetzte Moduls gemäß Stand der Technik führen. Die Folge ist eine Erhöhung des
30 Widerstands und spezifischer Stress für die Leukozyten, unerwünschte Nebenreaktionen, erhöhte Gerinnungseffekte. Die kontinuierliche Rückführung der stimulierten Leukozyten in den Blutkreislauf gemäß der vorliegenden Erfindung ermöglicht die Lösung der obengenannten Schwierigkeiten.

Das Leukozytenstimulations-Modul bzw. die Leukozytenstimulations-Matrix gemäß der vorliegenden Erfindung können bei der Therapie gegen virale chronische Infektionserkrankungen eingesetzt werden. Die Chronizität basiert auf der
5 Persistenz des Antigens im Gewebe und deren unzureichenden Immunantwort dagegen. Virale Erkrankungen werden zumeist mit Chemotherapeutika therapiert. Dies hat häufig eine Reminiszenzbildung der Nieren und starke Nebenwirkungen zur Folge. Durch die vorliegende Erfindung können *de novo* eine
10 Induktion bzw. Verstärkung einer hoch-spezifischen Immunantwort gegen ein Pathogen gewährleistet werden.

Durch die Bindung an den oder die Bestandteile zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion
15 einer immunologischen Toleranz können bereits geprägte Immunzellen spezifisch in ihrer Immunantwort verstärkt werden. Diese in niedriger Frequenz im Blut enthaltenen Zellen müssen dabei nicht aufwendig isoliert und *ex vivo* expandiert werden, da die Zellen über den Blutstrom
20 automatisch in das Leukozytenstimulations-Modul gelangen und dort stimuliert werden. Nach ihrer Aktivierung gelangen die Leukozyten durch die Auflösung der löslichen Matrix als Effektorzellen direkt in den Blutkreislauf und in die betroffenen Gewebe. Durch die physiologische Umgebung im
25 Blutstrom ist gewährleistet, dass alle notwendigen Faktoren für eine Ausreifung zu hochaktiven Effektorzellen vorhanden sind.

Überdies können gemäß der vorliegenden Erfindung auch
30 Neuimmunisierungen vorgenommen werden und Toleranzinduktionen hervorgerufen werden.

Die Erfindung betrifft weiterhin die Verwendung einer erfindungsgemäßen Leukozytenstimulations-Matrix oder eines
35 erfindungsgemäßen Leukozytenstimulations-Moduls zur Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunolo-

gischen Toleranz, sowie deren Verwendung in Nachweisverfahren der Verteilung aktivierter T-Zell-Subtypen oder für Impfungen.

- 5 Die vorliegende Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, die den Umfang der vorliegenden Erfindung jedoch nicht beschränkten sollen.

1. Ausführungsform mit in der löslichen Matrix eingebetteten Antigenen
10

Der Cytomegalievirusstamm Hi91 wurde in humanen kultivierten Vorhautfibroblasten gezüchtet. Nach Auftreten des zytopathischen Effekts wurden die Zellkulturüberstände gesammelt,
15 die Viren mittels Ultrazentrifugation angereichert, mit Phosphat-gepufferter Salzlösung (0,1 M PBS mit Ca^{2+} , Mg^{2+} , pH 7,4) gewaschen und mittels UV-Bestrahlung inaktiviert. Die Viren wurden mit 100 μl Natriumbicarbonat-Puffer (50 mM; pH 8,0-9,6), der 5 Gew.-% 15-20 kD PEG (Produkt Nr. P2263,
20 Sigma-Aldrich, 2,2'-([Methylethyliden]-bis[4,1-penyleneoxy-methylen])-bis-oxiran-Polymer mit α -Hydroxypoly(oxy-1,2-ethandiyl) enthielt, kurz (3-5 Minuten) bei Raumtemperatur inkubiert (PEGiliert). 10 mg offenporiger Polyurethan (PU)-Schaum (PU Medical Grade, Firma KCI) wurden mit den in der
25 Reaktionsmischung enthaltenen PEGilierten Viren bei Raumtemperatur inkubiert und anschließend getrocknet.

Dabei wurden 20 μl der Antigenpräparation (CMV Hi91) beige-mischt. Für die Stimulationsversuche wurde Antigen von 1×10^6 -
30 1×10^7 Viren verwendet. Anschließend wurde Vollblut (500 μl) eines CMV positiven Spenders mit bekannter nachweisbarer dauerhafter CMV-spezifischer zellulärer Immunaktivität den vorbehandelten Materialproben zugegeben, und es wurde für eine Stunde in Bewegung bei 37°C inkubiert.

Nach dem Waschen der Träger mit dem obigen Natriumbicarbonatpuffer wurde das Blut für die durchflusszytometrische Analyse (FACS) zum Nachweis von *de novo* generierten proinflammatorischen Zytokinen in T-Zellen (CD4 und CD8) vorbereitet. Für den Nachweis der T-Zell Aktivierung (CD69/IFN- γ) wurde ein käuflicher Standard-Testkit (Becton Dickinson) verwendet.

2. Ausführungsformen mit kovalent gebundenen Antigenen

Die Versuche wurden wie oben unter 1. beschrieben durchgeführt. Allerdings wurde das Antigen nicht zusammen mit PEG zugegeben, sondern der PU-Schaum wurde vor Kontaktieren mit PEG und der Cellulose für 1-2 Stunden mit dem Bindungskoppler 3-(Triethoxysilyl)propylbernsteinsäureanhydrid (5 % Geniosil® GF20 in Methanol) vorbehandelt. Anschließend wurden wie oben vorbereitete Antigene aus der Hülle des Cytomegalievirus auf die Trägermaterialien durch Inkubation kovalent gebunden.

Ergebnisse:

Sowohl kovalent gebundene als auch in der löslichen Matrix eingebettete Antigene konnten im Vollblut eine T-Zell vermittelte Immunantwort auslösen. Der Träger mit den kovalent gebundenen Antigenen zeigte nach mehrfach hintereinander wiederholten Ansätzen eine zunehmend abgeschwächte Immunreaktion (CD69/IFN- γ). Dagegen war die generierte Immunreaktion mittels löslicher Matrix über die Zeit konstant. Abbildung 1 zeigt beispielhaft eine Darstellung der durchflusszytometrischen Versuchsergebnisse zur Stimulation der CMV-spezifischen Immunantwort (Aktivierungsmarker CD69/Interferon- γ Produktion) mittels kovalent gebundener CMV-Antigene (Polyurethan KCI Medical Grade mit Silan (5% Geniosil® in Methanol) vorbehandelt) sowie nicht kovalent eingebetteter CMV-Antigene. Die Ausschüttung der Zytokine wurde durch Vorbehandlung der

Zellen mit Brefeldin A gehemmt. Die Quadrantenanalyse zeigt nach Abzug der Kontrollwerte (0,02 % unstimulierte Zellen) eine spezifische Aktivierung bei 2,49 % der Lymphozyten (CD4⁺).

5

Auf einem Träger kovalent oder in einer löslichen Matrix eingebettete Antigene können somit eine spezifische T-Zell vermittelte Immunantwort im Vollblut auslösen. Die lösliche Matrix führt zu einer kontinuierlichen Erneuerung der Antigen

10 stimulierenden Komponente, die im Kontakt mit dem Blut ist. Blutbestandteile können demnach die funktionelle Kapazität nicht inhibieren.

Fig. 1.a und b: Durchflusszytometrische Ergebnisse, als

15 Quadranten-analyse dargestellt. Die Punktwolke im Kasten rechts oben repräsentiert jeweils die durch CMV-HI91-Antigen aktivierten (CD69/IFN- γ)CD4⁺ Zellen im Vollblut eines gesunden CMV-positiven Spenders.

- A) unstimulierte Kontrolle: 0.02 %
- 20 B) CMV-Hi91-Antigen auf mit Silan behandeltem Polyurethan: 2.49 %
- C) CMV-Hi91-Antigen auf mit Silan behandeltem Polyurethan (Wiederholung): 0.75 %
- D) CMV-Hi91-Antigen auf löslicher Matrix (nach
- 25 Wiederholung): 2.02 %

Obige Versuche wurden auch mit anderen Trägern wiederholt, d.h. mit Sepharose, Glas und Polystyrol, wobei vergleichbare

30 Ergebnisse erzielt wurden.

Patentansprüche

1. Leukozytenstimulations-Matrix zur Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz, mit folgenden Bestandteilen:

- a) ein oder mehreren Trägern,
- b) einer löslichen Matrix zur Einbettung eines oder mehrerer Bestandteile zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz,
- c) ein oder mehreren in die lösliche Matrix eingebetteten Bestandteilen zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz.

2. Leukozytenstimulations-Matrix nach Anspruch 1, wobei zusätzlich ein oder mehrere Bindungskoppler vorgesehen sind, um eine Bindung zwischen Träger und den ein oder mehreren Bestandteilen zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz zu vermitteln.

3. Leukozytenstimulations-Matrix nach Anspruch 2, wobei die Bindung eine kovalente Bindung ist.

4. Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bestandteil zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Antigenen, MHC-Molekülen, kostimulatorischen Faktoren, Zellbestandteilen, Zellhüllen, Bakterien, Viren und Kombinationen hiervon besteht.

5. Leukozytenstimulations-Matrix nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Bestandteil zur

Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz ein synthetisches Antigen ist, oder aus Viren, Bakterien, Pilzen, Tumoren, Allergenen oder aus körpereigenem Gewebe gewonnen wird, und/oder das MHC-Molekül und der kostimulatische Faktor aus körpereigenem Gewebe, aus Zellkulturen und/oder synthetisch gewonnen werden.

6. Leukozytenstimulations-Matrix nach Anspruch 4 oder 5, wobei der Bestandteil zur Generierung einer Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz ein Virus der Familie der Herpesviren oder ein Fragment hiervon ist, bevorzugt das Cytomegalievirus oder ein Fragment hiervon.

7. Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger aus Gruppe ausgewählt ist, die aus Polyurethanen, Polycarbonaten, Polystyrol, in der Chirurgie verwendeten, sich auflösenden Materialien, Glas, Naturstoffen wie Därmen oder biologischen Materialien wie Schwämmen, oder Kombinationen hiervon besteht.

8. Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 7, wobei der Bindungskoppler aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Cyanogenbromid, Cyanoborhydrid, Agarose, Agarosederivaten, Silan, Silanderivaten oder Kombinationen hiervon besteht.

9. Leukozytenstimulations-Matrix nach Anspruch 8, wobei das Silanderivat ein Alkoxysilan ist, bevorzugt ein Anhydridoalkoxysilan oder ein anderes Alkoxysilan, welches mindestens eine Carboxylgruppe aufweist.

10. Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die lösliche Matrix aus

langkettigen Zuckerverbindungen wie Stärke, Cellulose, Glykogen einerseits, und/oder Polyethylenglykol andererseits aufgebaut ist.

5 11. Leukozytenstimulations-Matrix nach Anspruch 10, wobei die lösliche Matrix aus 50-90 Gew.-%, bevorzugt 60-80 Gew.-%, der langkettigen Zuckerverbindung und 10-50 Gew.-%, bevorzugt 20-40 Gew.-%, Polyethylenglykol, bezogen auf die Summe aus langkettiger Zuckerverbindung und Polyethylen-
10 glykol, aufgebaut ist.

 12. Leukozytenstimulations-Modul, umfassend ein Gehäuse mit mindestens einer Öffnung sowie eine darin befindliche Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der vorhergehenden
15 Ansprüche.

 13. Leukozytenstimulations-Modul nach Anspruch 12, umfassend mindestens eine Einlassöffnung und mindestens eine Auslassöffnung, bevorzugt eine Einlassöffnung und eine
20 Auslassöffnung.

 14. Verfahren zur Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz, dadurch gekennzeichnet, dass eine Leukozyten enthaltende Flüssigkeit
25 mit einer Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in Kontakt gebracht wird.

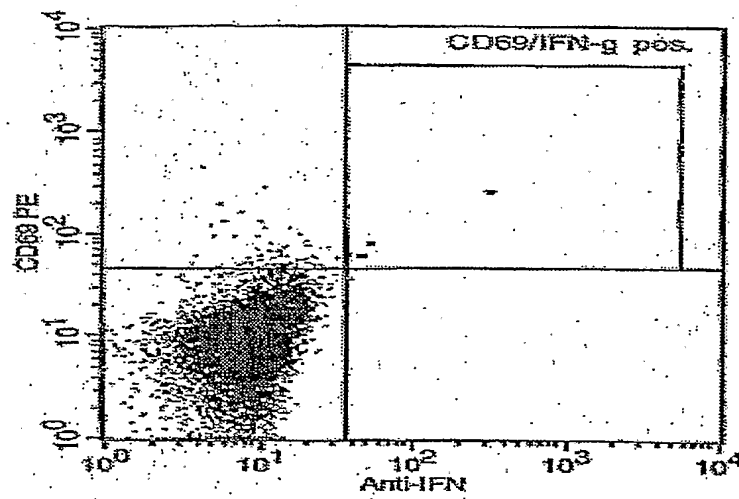
 15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Kontaktieren in einem Leukozytenstimulations-Modul nach Anspruch 12 oder
30 13 erfolgt.

 16. Verwendung einer Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der Ansprüche 1 bis 11 oder eines Leukozytenstimulations-Moduls nach Anspruch 12 oder 13 zur Leukozytenstimulation und/oder Induktion einer immunologischen Toleranz.
35

17. Verwendung einer Leukozytenstimulations-Matrix nach einem der Ansprüche 1 bis 11 oder eines Leukozytenstimulations-Moduls nach Anspruch 12 oder 13 in Nachweisverfahren der Verteilung aktivierter T-Zell-Subtypen oder für
- 5 Impfungen.

1/2

A



B

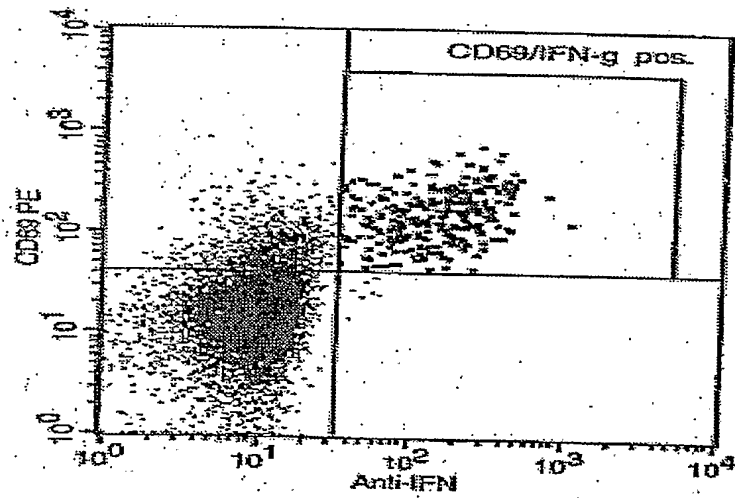
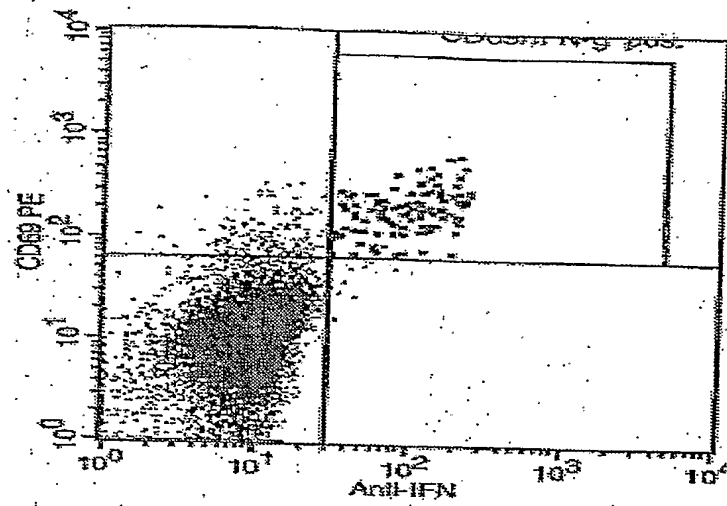


Fig. 1.a

2/2

C



D

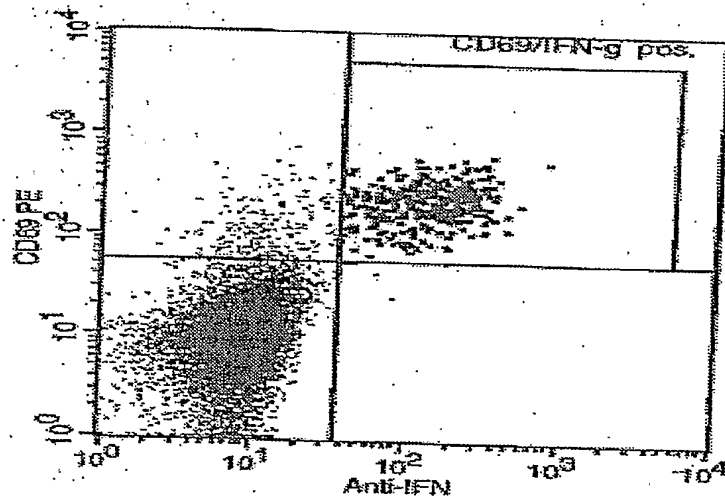


Fig. 1.b